



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN REPRODUCCIÓN ANIMAL

*“Efecto de la grasa sobrepasante sobre la reactivación ovárica postparto en vacas
Holstein Mestizas con diferente condición corporal”*

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL

AUTOR: Nelson Adrián Aguilar Campoverde. MVZ.

C.I. 0104539671

DIRECTOR: Luis Eduardo Ayala Guanga. MVZ. PhD

C.I.0102635463

CUENCA-ECUADOR

2017



RESUMEN

El efecto de la grasa bypass sobre los parámetros productivos y reproductivos en vacas Holstein mestizas con condición corporal (CC) diferente, alimentadas al pastoreo en el altiplano ecuatoriano fue el objeto de esta investigación. Se analizaron cuatro tratamientos: T1 (10 vacas) CC>3,5 sin la adición de grasa bypass; T2 (10 vacas) CC>3,5 con grasa bypass; T3 (10 vacas) CC<2,5 sin la adición de grasa bypass; T4 (10 vacas) CC<2,5 con grasa bypass. La CC y peso se evaluó al día 270 de gestación, en el parto y luego semanalmente hasta el día 65 postparto. Se estableció el promedio de producción de leche durante los primeros dos meses de lactancia. La reactivación ovárica se evaluó mediante ultrasonografía una vez por semana, observando la presencia del folículo preovulatorio (FPO) y cuerpo lúteo (CL). Se identificó el celo posparto (1CPP), el tamaño del CL producto de esta ovulación y los niveles de P4 al día 10. Se estableció el intervalo parto primer servicio (IPPS) y el número de inseminaciones por preñez (IA/P). La salud uterina fue determinada mediante cytobrush el día 35 postparto. Para el análisis estadístico se aplicó un modelo lineal general mixto mediante el procedimiento MIXED del SAS (2013) v9.3. Las vacas del tratamiento 1, perdieron más CC durante los 90 días de investigación, frente a los otros tratamientos ($P<0,05$); sin embargo, entre los tratamientos 2, 3 y 4 no presentaron diferencia ($P>0,05$). Los animales que recibieron grasa bypass T2 y T4 perdieron menos peso ($P<0,05$) en comparación con T1 y T3. Las vacas del tratamiento 2 llegaron a producir más leche que los animales de T1, T3 y T4. Los parámetros reproductivos primer celo postparto, intervalo parto primer servicio y tamaño CL no presentaron diferencia entre los grupos en estudio. El tratamiento 2 presentó menor porcentaje (8,12%) de polimorfonucleares (PMN), en comparación con los tratamientos 1, 3 y 4, existiendo diferencia estadística. ($P<0,05$). El número de inseminaciones por preñez utilizadas en el tratamiento 2 fue menor (1,69) comparado con los tratamientos 1, 3 y 4 (2,9; 2,5 y 2,5 respectivamente), existiendo diferencia ($P<0,05$). El intervalo parto concepción (IPC) se redujo a 73,6 días en T2, determinando diferencia con los otros tratamientos; además, sus niveles de P4 fueron más altos (6,06ng/ml). Se concluye que la adición de grasa bypass en la dieta basal de vacas lactantes mejora los parámetros productivos y reproductivos.



Palabras clave: Condición Corporal, Peso Corporal, Involución Uterina, Reactivación Ovárica, Grasa Bypass, Progesterona.



ABSTRACT

The effect of bypass fat on productive and reproductive parameters in mixed Holstein cows with different body condition (CC) fed on grazing in the Ecuadorian highlands was the subject of this research. Four treatments were analyzed: T1 (10 cows) CC > 3,5 without the addition of fat bypass; T2 (10 cows) CC > 3,5 fat bypass, T3 (10 cows) CC < 2,5 without addition of fat bypass; T4 (10 cows) CC < 2,5 with fat bridge. CC and weight were evaluated at day 270 of gestation, at delivery and then weekly until day 65 postpartum. Average milk production was established during the first months of lactation. Ovarian reactivation was evaluated by ultrasonography once a week, observing the presence of preoperative follicle (FPO) and corpus luteum (CL). (1CPP), CL size of this ovulation and P4 levels per day 10. The first service pair (IPPS) and number of inseminations per prelude (AI / P) were established. Uterine health was determined by cytobrush on day 35 postpartum. For the statistical analysis a mixed general linear model is applied using the MIXED procedure of the SAS (2013) v9.3. The cows of treatment 1 lost more CC during the 90 days of investigation, compared to the other treatments ($P < 0.05$); However, between treatments 2, 3 and 4 there is no difference in presence ($P > 0.05$). Animals that received T2 and T4 fat bypass lost less weight ($P < 0.05$) compared to T1 and T3. Treatment 2 cows produced more milk than T1, T3 and T4 animals. The reproductive parameters of first postpartum estrus, first delivery interval and CL size, there is no difference of presence between the groups under study. Treatment 2 had the lowest percentage (8.12%) of polymorphonuclear (PMN), compared to treatments 1, 3 and 4, with statistical difference. ($P < 0.05$). (1.69) compared with treatments 1, 3 and 4 (2.9, 2.5 and 2.5, respectively), with a difference ($P < 0.05$). The conception interval (CPI) was reduced to 73.6 days in T2, determining difference with the other treatments; In addition, their P4 levels were higher (6.06ng / ml). It was concluded that the addition of fat deviates in the basal diet of lactating cows improves the productive and reproductive parameters.

Key words: Body Condition, Body Weight, Uterine Involution, Ovarian Reactivation, Bypass Fat, Progesterone.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	3
TABLA DE CONTENIDOS	4
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA	8
CLAÚSULA DE DERECHOS DE AUTOR.....	9
CLAÚSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	10
AGRADECIMENTOS	11
DEDICATORIA.....	12
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	133
CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	166
2.1 Grasa sobrepasante	166
2.2 Necesidades nutricionales.....	177
2.3 Reactivación ovárica postparto.....	18
2.3.1 Involución uterina.....	19
2.4 Condición corporal.....	20
2.5 Peso corporal.....	21
2.6 Niveles de Progesterona	22
2.7 Ultrasonografía.....	22
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1 Materiales	24
3.1.1 Materiales biológicos.....	24
3.1.2 Materiales físicos.....	24



3.2 Ubicacion.....	24
3.3 Descripción de la unidad de análisis.....	24
3.4 Periodo en estudio	25
3.5 Manejo de los nutrientes durante investigación	26
3.6 Manejo del parto y postparto de las vacas en estudio	31
3.7 Metodología de valoración de variables.....	31
3.8 Diseño experimental y estadístico.....	33
CAPITULO IV: RESULTADOS	34
CAPITULO V: DISCUSIÓN	45
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
ANEXOS.....	54



LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Valor nutritivo (kg MS) de los alimentos utilizados en la dieta basal de las vacas en estudio	26
Tabla 2: Valor nutritivo (kg MS) de los alimentos utilizados en la dieta basal de las vacas en estudio + la adición de grasa bypass	27
Tabla 3: Consumo de MS y valor nutritivo de la ración basal de las vacas del tratamiento 1 (CC>3,5).....	27
Tabla 4: Aporte, requerimiento y balance de nutrientes para vacas del tratamiento 1 (CC>3,5).....	28
Tabla 5: Consumo de MS y valor nutritivo de la ración basal de las vacas del tratamiento 2 (CC>3,5 con adición de 500g de grasa bypass).....	28
Tabla 6: Aporte, requerimiento y balance de nutrientes para vacas del tratamiento 2 (CC>3,5 con adición de 500g grasa bypass).....	29
Tabla 7: Consumo de MS y valor nutritivo de la ración basal de las vacas del tratamiento 3 (CC<2,5)	29
Tabla 8: Aporte, requerimiento y balance de nutrientes para vacas del tratamiento 3 (CC<2,5).....	30
Tabla 9: Consumo de MS y valor nutritivo de la ración basal de las vacas del tratamiento 4 (CC<2,5 con adición de 500g grasa bypass).....	30
Tabla 10: Aporte, requerimiento y balance de nutrientes para vacas del tratamiento 3 (CC<2,5 con adición de 500g de grasa bypass).....	30
Tabla 11: Medias y errores estándar de parámetros reproductivos de los tratamientos en estudio	40



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Patrón de comportamiento de la pérdida de Condición Corporal (CC) de los animales en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio.....	34
Figura 2. Media y error estándar de la pérdida de Condición Corporal (CC) de los animales en los cuatro tratamientos al final del estudio	35
Figura 3. Patrón de comportamiento de la pérdida del peso (kg) de los animales en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio	36
Figura 4. Media y error estándar de la pérdida del peso (kg) de los animales en los cuatro tratamientos al final del estudio	36
Figura 5. Patrón de comportamiento de la producción láctea (Lts) de los animales en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio	37
Figura 6. Media y error estándar del incremento de producción láctea (Lts) de los animales en los cuatro tratamientos al final del estudio	38
Figura 7. Media y error estándar de la involución uterina expresada en días, en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio	39
Figura 8. Media y error estándar del porcentaje de células polimorfo nucleares determinadas mediante la técnica de cytobrush, en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio	41
Figura 9. Media y error estándar del número de inseminaciones utilizadas por preñez, en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio	42
Figura 10. Media y error estándar del intervalo parto concepción IPC (días), en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio	43
Figura 11. Media y error estándar de los niveles de progesterona (ng/ml), en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio	44



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

CC: condición corporal

ES: endometritis subclínica

BEN: balance energético negativo

GnRH: hormona liberadora de gonadotropina

FSH: hormona folículo estimulante

LH: hormona luteinizante

AGPI: ácidos grasos poli-insaturados

AG: ácidos grasos

FPO: folículo preovulatorio

CL: cuerpo lúteo

Kcal: kilo calorías

P4: progesterona

PC: peso corporal

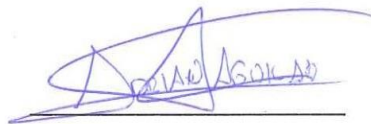
NRC: National Research Council

PNM: polimorfo nucleares

DERECHOS DE AUTOR

Nelson Adrián Aguilar Campoverde, autor del Trabajo de Titulación “Efecto de la grasa sobrepasante sobre la reactivación ovárica postparto en vacas Holstein Mestizas con diferente condición corporal”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magíster en Reproducción Animal. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 15 de Junio de 2017



Nelson Adrián Aguilar Campoverde

Nelson Adrián Aguilar Campoverde, autor del Trabajo de Titulación “Efecto de la grasa sobrepasante sobre la reactivación ovárica postparto en vacas Holstein Mestizas con diferente condición corporal”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 15 de Junio de 2017



Nelson Adrián Aguilar Campoverde

0104539671



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitir cumplir una meta más en mi carrera profesional, al Dr. Luis Ayala por su apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto quien día a día aportó con sus argumentos, sugerencias y recomendaciones.

Adrián Aguilar Campoverde.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por el apoyo, por sus consejos y por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, a mi esposa Kateryne por su apoyo incondicional quien con sus palabras de aliento me ayudó para salir adelante cumpliendo mis ideales y a mis hijos quienes son mi inspiración para día a día superarme.

Adrián Aguilar Campoverde.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la evaluación del desempeño reproductivo de los establos lecheros ha consistido en la evaluación del intervalo parto concepción o el intervalo entre partos (Ruiz & Sandoval, Involución uterina en el gando Bovino: Un nuevo score para su evaluación y su relación con el número de partos y los días en lactación., 2013). Uno de los factores que influyen sobre estos parámetros en las explotaciones de la región centro sur del Ecuador es el componente nutricional, puesto que, los sistemas de producción en su mayoría se desarrollan en suelos pobres, con dos épocas climáticas bien definidas, que se caracterizan por el exceso o déficit hídrico, que trae como consecuencia deficiencias marcadas en cantidad y calidad del forraje disponible, esto conlleva a mantener indicadores productivos y reproductivos deficientes (Hernández & Díaz, 2011). De allí que el estado nutricional de la vaca en el último tercio de la gestación es un factor determinante en el inicio de la actividad ovárica después del parto y por su puesto en el intervalo parto concepción (Sheldon *et al.*, 2006; Olivera *et al.*, 2010).

Una herramienta básica y económica para determinar el estado nutricional de los animales es la evaluación de la condición corporal (CC), método simple que permite al clínico estimar las reservas de energía corporal de un animal y relacionar con la posibilidad de que este quede gestante. Crowe en el 2008 concluyó que la clave para optimizar la reanudación de la ovulación en vacas lecheras es la nutrición y manejo adecuado para que lleguen al parto con una CC 2,75-3,0 en una escala de 1 a 5 con pérdida de la CC postparto de <0,5 unidades.

Una nutrición adecuada es esencial para recuperar la actividad ovárica post parto y los nutrientes considerados básicos para la actividad reproductiva de los rumiantes son la energía, proteína, grasas, vitaminas y minerales. El déficit de estos nutrientes genera un balance energético negativo (BEN), estado que sufren todas las vacas los primeros días de lactación, producto de la pérdida de CC; sin embargo, las vacas que pierden más condición corporal sufren un BEN más severo y son más propensas a mantenerse en anestro postparto prolongado.

Otro factor que influyen en la fertilidad de las vacas postparto es la involución uterina, misma que puede prolongarse por enfermedades como la endometritis subclínica (ES) que no expresa signos clínicos, por lo tanto, no son detectadas por los ganaderos o



veterinarios. En la ES solo se detecta la presencia de polimorfonucleares (PMN) en la luz uterina; sin embargo, las descargas uterinas son normales, por lo que el animal es diagnosticado clínicamente como sano (Luzbel de la Sota *et al.*, 2011). La técnica más efectiva para obtener la muestra para el diagnóstico de la ES es el cytobrush.

En estudios recientes se ha observado que la endometritis subclínica modifica las concentraciones de esteroides ováricos afectando la calidad del ovocito, lo cual podría explicar en parte, las tasas de concepción más bajas y el mayor intervalo entre el parto-concepción (Green *et al.*, 2011).

Para contrarrestar el BEN Hernández & Díaz, (2011) demostraron que las grasas son importantes en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido energético ya que la combustión completa de un gramo de grasa produce alrededor de 9,45 Kcal de energía neta, mientras que un carbohidrato típico genera alrededor de 4,4 Kcal.

En este contexto existen trabajos que suplementan con grasa sobrepasante con la finalidad de incorporar mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en la dieta, lo que a decir de estos investigadores genera no solo un aporte energético, sino también, efectos no energéticos beneficiosos relacionados con el impacto que tienen estos AGPI sobre el metabolismo y las respuestas hormonal e inmunológica. Este efecto energético está relacionado con la mayor cantidad de energía que aportan los lípidos, lo que contribuye a disminuir el BEN durante el periodo postparto temprano, lo cual se traduce en una mayor producción de hormona luteinizante (LH) y de hormona folículo estimulante (FSH) por la hipófisis, generando un mayor crecimiento y desarrollo folicular y favoreciendo la ovulación. (Díaz, *et al.*, 2009). Además, este tipo de grasas han sido estudiadas como factores que contribuyen en la salud uterina y por ende en una reducción del intervalo parto concepción (Bilby *et al.*, 2006).

1.1 Objetivo General.

Determinar el efecto de las grasas sobrepasantes sobre variables reproductivas y productivas de vacas Holstein mestizas con condición corporal diferente, mantenidas en sistema al pastoreo.



1.2 Objetivos específicos.

- Determinar los cambios de condición corporal y peso durante el periodo de espera voluntaria (60 días) mediante la técnica descrita "Healthy star escala 1-5" de los dos grupos en estudio.
- Evaluar variables reproductivas: involución uterina, salud uterina (cytobrush) reactivación ovárica, momento de observación del primer celo, tamaño y funcionalidad del primer CL
- Analizar los niveles de producción láctea en los 60 días postparto de los animales en estudio.

1.3 Hipótesis

Las grasas sobrepasantes tienen más efectos sobre la función ovárica en vacas con baja condición corporal (CC) que en vacas con CC alta.



CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Grasa sobrepasante.

La grasa sobrepasante es una grasa protegida para la alimentación de rumiantes, elaborada a partir de la saponificación de los ácidos grasos de origen animal o vegetal (Herrera & Calleja, 2011). Es una fuente de energía de alta disponibilidad que se absorbe íntegramente en el duodeno, aportando grandes dosis de energía diaria principalmente para vacas durante el primer tercio de lactación. Las grasas son importantes en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido energético. Así, la combustión completa de un gramo de grasa produce alrededor de 9,45 Kcal de energía neta, mientras que un carbohidrato típico genera alrededor de 4,4 Kcal. Por lo que, los lípidos en general aportan 2,25 veces más energía que las fuentes tradicionales de la misma. Pero no solo es importante considerar el aporte energético de las grasas en la dieta, sino también por las vitaminas liposolubles y los ácidos grasos esenciales que aportan (Hernández & Díaz, 2011).

Cuando se adiciona grasa bypass se puede incorporar mayor cantidad de ácidos grasos poli-insaturados (AGPI) generando efectos energéticos beneficiosos en el metabolismo por el impacto que tienen los ácidos grasos disminuyendo el balance energético negativo en el postparto temprano, lo que se traduce en una mayor producción de LH y FSH por la hipófisis, dando paso a un mayor desarrollo y crecimiento folicular (Díaz *et al.*, 2009).

Las grasas forman parte de un grupo de moléculas orgánicas llamadas lípidos, los cuales cumplen muchas funciones en el organismo animal, que van desde funciones estructurales, funciones hormonales y hasta funciones inmunológicas. (Hernández & Díaz, 2011).

La suplementación con grasa bypass debería iniciarse entre 21 y 40 días antes del parto para favorecer las reservas energéticas del animal y mantenerlas durante el postparto temprano para disminuir los efectos que tiene el balance energético negativo en la producción y reproducción de los rumiantes (Díaz *et al.*, 2009).



Tyagi, (2010) Manifiesta que la adición de grasa sobrepasante tiene doble beneficio la primera incrementa la producción de leche y la segunda mejora la eficiencia reproductiva del hato lechero.

2.2 Necesidades nutricionales

Los bovinos entre sus varias características es poder convertir y aprovechar productos de alta calidad nutritiva, materiales que no pueden ser aprovechados por los monogástricos. (Elizondo, 2002)

La cantidad de nutrientes requeridos por los animales depende del peso corporal, tasa de crecimiento, nivel de producción, gestación y actividad diaria (Holmes & Wilson, 1987) y todo programa de nutrición debe ir enfocado a estos puntos para que el animal pueda llenar todas sus necesidades. Dichas necesidades se han estimado a través de diversas investigaciones, las cuales han contribuido a la elaboración de las tablas de requerimientos de nutrientes NRC (National Research Council). Elizondo, (2002) indica que en base a estas tablas se calculan los requerimientos para producción, gestación y mantenimiento.

Varias investigaciones como las de Boland *et al.*, (2001), Tanaka *et al.*, (2002) concluyeron que la nutrición tiene estrecha relación con la actividad reproductiva y hacen referencia que la restricción en el consumo de cualquier nutriente puede afectar dicha actividad.

Una nutrición adecuada es esencial para recuperar la actividad ovárica postparto y los nutrientes considerados básicos de los alimentos que afectan directa o indirectamente a la actividad reproductiva de los rumiantes son la energía, proteína, grasa, las vitaminas y los minerales, y las principales vías por los que dichos nutrientes se relacionan son la metabólica y la hormonal; y todo esto se puede calcular en base al peso corporal. Martínez & Sánchez (2001) Manifiestan que estas dos vías están estrechamente relacionadas y a través de ellas la alimentación puede ejercer su influencia de una manera positiva o negativa sobre la reproducción.

El balance energético negativo se da cuando la cantidad de energía requerida para mantenimiento y producción de leche excede la cantidad de energía que la vaca puede

obtener de la dieta, este desbalance sufren todas las vacas los primeros días de lactación (Beam & Butler, 1999). En una primera etapa la vaca para compensar este déficit utiliza sus reservas de energía en el hígado (glucógeno) hasta agotarlas, posteriormente el animal comienza a movilizar reservas de tejido graso (pérdida de peso baja la condición corporal) que llegan al hígado bajo la forma de ácidos grasos que son oxidados para obtener energía o transformarlos en lipoproteínas de muy baja densidad para mantener el suministro de energía a otros tejidos. Saturada su capacidad los ácidos grasos los deposita como triglicéridos. Todo este proceso fisiológico es aparente a partir del grado de pérdida de la condición corporal por ende las vacas que sufren un balance energético negativo más severo pierden más su condición corporal son propensas a mantenerse en anestro postparto más prolongado (Butler, 2014).

2.3 Reactivación ovárica postparto

Durante la gestación y después del parto las vacas tienen cambios fisiológicos que desfavorecen el reinicio temprano de la actividad ovárica necesaria para la manifestación de estro, la ovulación y la nueva concepción y deben restablecer su equilibrio neuroendocrino antes de que esto suceda (Motta *et al.*, 2011).

En las últimas semanas de gestación los niveles altos tanto de progesterona como de estrógenos placentarios actúan sobre el hipotálamo mediante una retroalimentación negativa prolongada que disminuye la síntesis de hormona liberadora de GnRH, como consecuencia de esta insuficiencia y carencia de estímulo se reduce la actividad y el volumen de los gonadotropos se disminuye el nivel basal de hormona folículo estimulante (FSH) y de hormona luteinizante (LH), hasta hacerlas insuficientes para estimular el crecimiento y la maduración folicular (Motta *et al.*, 2011). En cambio al momento del parto la remoción de la unidad fetoplacentaria va acompañada de un descenso dramático en la concentración de progesterona y de estradiol en la circulación, de manera que se termina el efecto de retroalimentación negativa prolongada y como consecuencia el eje hipotálamo hipófisis gónadas inicia su recuperación (Short, 1990). Los cambios fisiológicos que sufren las vacas son involución uterina, reanudación de la secreción pulsátil de GnRH, la reactivación de las ondas foliculares manifestación del estro y ovulación.



2.3.1 Involución Uterina

Después del parto las hembras bovinas deben reiniciar su función reproductiva para poder concebir nuevamente y para que esto suceda es necesario que el útero tenga una involución normal (Slama, 1996), a esto lo conocemos como puerperio que lo podemos definir como un conjunto de eventos fisiológicos orientados a la recuperación del aparato reproductivo de la vaca parida. Esta involución uterina debe garantizar microscópicamente la reducción del tamaño celular que asegure la continuidad de los procesos funcionales del endometrio, el miometrio y la serosa en la vaca este periodo dura entre 40 y 50 días tiempo en el cual el útero debe ser reparado con el fin de alojar una nueva gestación. (Lenis, 2014). Además, para iniciar la involución uterina la vaca, no solo debe expulsar la cría sino también las membranas fetales con el fin de garantizar un proceso de recuperación uterino adecuado.

Hincapié *et al.*, (2002) Manifiestan que el proceso de involución uterina comienza a ser aparente entre los días 3 o 4 postparto. La involución de los cuernos antecede a la del cérvix. Los cuernos se acortan, pero permanecen engrosados hasta finalizar la segunda semana, en que se completa la involución detectable clínicamente. El cérvix involuciona muy lentamente y se completa al final de la tercera semana. La localización del cérvix, durante la primera semana postparto es en la porción craneal de la cavidad pelviana; después del día 25 posparto el diámetro cervical es mayor que el diámetro del cuerno que desarrolló la gestación, en este momento, la mayoría de las vacas tienen el útero retraíble, es decir, que puede ser retraído a la cavidad pelviana por manipulación rectal. El útero postparto tiene un peso aproximado a los 10 kg y al completarse la involución el mismo debe llegar a un peso cercano a 1 kg; lo que ocurre en un tiempo relativamente breve, que no rebasa los 30 días.

El anestro postparto es el tiempo que transcurre entre el parto y el primer calor postparto (Short, 1990). Su duración es el factor más determinante en la eficiencia reproductiva (García *et al.*, 1990).

La duración del anestro postparto es influida por varios factores ambientales, genéticos, fisiológicos y metabólicos que perturban el equilibrio neuroendocrino, prolongando el anestro postparto y disminuyendo la eficiencia reproductiva (Short,



1990).

La dinámica folicular se altera con el BEN de la lactancia. El número de folículos grandes y la concentración de estradiol durante el periodo de anestro son menores en vacas alimentadas con dietas deficientes en energía que en las que reciben alimento balanceado.

Durante el período de balance energético negativo puede ocurrir la primera ovulación postparto, seguida de la formación de un CL. Los niveles de progesterona sérica (P4) después de la ovulación son indicadores de la funcionalidad del CL. Los niveles bajos de progesterona producen un soporte uterino deficiente que causa un decrecimiento en la tasa de preñez (Nebel & McGilliard, 1993). El primer CL postparto alcanza un diámetro menor, tiene menor vida media que los CL subsecuentes y produce niveles subnormales de progesterona, esto también sucede en las vacas que reciben un plan nutricional alto, pero después de la segunda ovulación estas alcanzan niveles normales de progesterona, mientras que las vacas con un plan nutricional deficiente en energía, después de la segunda ovulación continúan desarrollando un CL de menor diámetro que sigue produciendo niveles bajos de progesterona (Senatore *et al.*, 1996).

2.4 Condición Corporal

La condición corporal es una técnica que mide la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos como los iliones, isquiones, apófisis transversas de la vaca por lo tanto es un indicador del estado nutricional. (López, 2006). El índice de condición corporal debe evaluarse a lo largo del ciclo productivo de la vaca con el objetivo de saber los cambios que sufren antes y al momento del parto hasta 60 días de lactación para poder tomar decisiones de manejo a nivel de finca.

La escala que comúnmente se maneja es de 1 a 5, una vaca con una condición de 1 es considerada emaciada, 2 delgada, 3 promedio, 4 grasosa y 5 obesa. (López, 2006).

La mayoría de las vacas pierden CC durante el periodo postparto. La condición corporal óptima al momento del parto oscila entre 3.25 y 3.75; si las vacas pierden ≤ 0.5 el desempeño reproductivo no se ve comprometido de modo importante esto lo manifiesta (Grummer *et al.*, 1995) de allí la importancia de evaluar a las vacas antes,

durante y después del parto ya que la CC es un indicador clave para saber el estado nutricional de los animales y poderlos relacionar con el balance energético que están atravesando, la pérdida de condición corporal durante las primeras 4-6 semanas no debe de ser mayor a 1.25 en vacas (Vélez *et al.*, 2002).

2.5 Peso corporal

El peso corporal de la vaca (PC) es un factor condicionante de la eficiencia en los sistemas de producción bovina, ya que en gran medida el PC de la vaca determina los requerimientos nutricionales de mantenimiento. (Osorio & Segura 2009). El PC de una vaca es el resultado de la interacción del potencial genético de crecimiento y el ambiente (alimentación y manejo), y tiende a atender necesidades fisiológicas.

Ortega, (1997) Manifiesta que las vacas pierden peso especialmente al momento del parto y entre la cría, líquidos y placenta puede perder hasta 100kg especialmente en vacas de mediana y alta producción.

En vacas Holstein se ha encontrado que éstas pierden peso en los primeros dos meses de lactancia y subsecuentemente ganan peso hasta el secado, siendo este incremento mayor en vacas de primer parto que en vacas adultas. La habilidad de comer, perder peso y producir leche en los primeros meses de la lactancia es un complejo genético independiente del peso del animal y está fuertemente influenciado por el cambio de la condición corporal durante el período seco. (Osorio & Segura 2009).

Existen varios métodos para el cálculo del peso vivo bovino y uno de ellos es el método de Quetelet el mismo que toma la medida del perímetro torácico (detrás de la cruz, espalda y codo); y el largo del animal que va desde el encuentro (hombro) hasta la punta de nalga y las medidas obtenidas remplazarlas en la fórmula ya establecida y con su constante correspondiente para cada sexo. Para hembras (87,5) y para machos (99) (Osorio & Segura 2009).

Fórmula: $Pv = (PT)^2 \times L \times \text{constante}$.

Donde:

Pv = Peso vivo.

P.T = Perímetro Torácico.

L = largo o longitud del cuerpo.

2.6 Niveles de progesterona

Durante el período postparto temprano los niveles de 17 β -estradiol y LH sérica tienden a aumentar con el número de días posparto; sin embargo, la progesterona y la FSH sérica no cambian según lo reportado por (Baruah, 1994). El aumento y disminución de la progesterona seguido por un aumento en 17 β -estradiol que ocurre antes del primer ciclo postparto, es similar a los cambios durante el ciclo estral normal.

La exposición a niveles elevados de progesterona parece ser prerequisite para una expresión normal del celo y para una fase luteal normal. El mecanismo involucra el efecto del incremento de la frecuencia de los pulsos de LH sobre la producción de estrógenos foliculares, desarrollo de los receptores de LH y luteinización (Roche *et al.*, 1992).

Las concentraciones séricas de progesterona dependen del volumen de tejido lúteo, la tasa de flujo sanguíneo y la capacidad esteroideogénica del tejido lúteo para sintetizar progesterona, mientras que el volumen de tejido lúteo depende a su vez de número y tamaño de células lúteas las cuales incrementan conforme avanza la fase lútea, en forma paralela la tasa de flujo sanguíneo también se ve incrementada. (Marin, 2006). Así se dice que si la concentración de progesterona es $<1\text{ng/ml}$ no existe un cuerpo lúteo funcional en tanto que si la concentración es $>2\text{ng/ml}$ ya existe un cuerpo lúteo funcional (Sepúlveda *et al.*, 2001).

2.7 Ultrasonografía

La ecografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de órganos internos y de tejidos. Esta técnica tiene como principio la emisión y recepción de ondas de ultrasonido, y las imágenes se obtienen mediante el procesamiento electrónico de los ecos reflejados por las diferentes interfaces tisulares y estructuras corporales (Bellenda, 2002).

La ultrasonografía permite el diagnóstico y la monitorización del campo reproductivo de una manera precisa, rápida, no invasiva y en tiempo real de las ondas foliculares, la determinación de la ovulación, el diagnóstico de las patologías de ovarios y útero,



la detección precoz de la preñez y del sexo del feto, así como las pérdidas embrionarias tempranas (Bellenda, 2002).



CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales.

3.1.1. Materiales Biológicos.

- Vacas Holstein Friesian Mestizas.
- Muestras de sangre para análisis de progesterona.
- Muestras de citología endometrial.
- Muestras de pasto, banano para análisis bromatológico.

3.1.2. Materiales Físicos

- Cinta bovino métrica.
- Ecógrafo marca Sonoscape A6V
- Tubos vacutainer
- Portaobjetos
- Citocepillo
- Guantes de manejo.
- Alcohol al 70%.
- Gel lubricante.
- Agujas.
- Overol.
- Botas.
- Insumos de papelería para la toma de datos

3.2 Ubicación

El estudio se llevó a cabo en la hacienda “Juticaray” del Sr. Nelson Aguilar ubicada en el cantón Deleg Provincia del Cañar sector de Surampalti Alto, coordenadas – 2°44'38.052"S -78°58'17,38"W, (Anexo 1) a 3.050 msnm, con una temperatura promedio de 12 °C.

3.3 Descripción de la unidad de análisis.

Se utilizaron 40 vacas Holstein mestizas, multíparas de 3 a 8 años de edad, gestantes,



libres de enfermedades infectocontagiosas, con promedio de producción ajustada a 305 días de 17 litros. Las vacas 30 días pre-parto fueron valoradas la CC escala 1-5, según la técnica descrita por Edmonson *et al.*, (1989). Los animales que presentaron $CC \geq 3,5$ fueron distribuidas aleatoriamente en el tratamiento testigo (T1) y en el tratamiento T2. Las vacas con condición corporal $\leq 2,5$ distribuidas en el tratamiento testigo (T3) y en el tratamiento T4.

- Animales con Condición Corporal alta ($\geq 3,5$).
 - ✓ T1= CC>, testigo (10 vacas).
 - ✓ T2= CC>, con 500g de grasa bypass (10 vacas).
- Animales con Condición Corporal baja $\leq 2,5$
 - ✓ T3 CC<, testigo (10 vacas).
 - ✓ T4 CC<, con 500g de grasa bypass (10 vacas).

3.4 Periodo de estudio

La investigación se realizó en un período comprendido entre los 25 días pre-parto y 65 postparto, 90 días en total. Por lo tanto, se valoró el primer tercio de la producción láctea (pico de lactancia). Los parámetros utilizados para analizar el requerimiento nutricional de las vacas en los diferentes tratamientos durante este período de estudio se detallan a continuación:

- Tratamiento 1 (CC>3,5):
 - Peso: 600 kg
 - Litros 26,97 vaca/día
 - Grasa en leche 4%
- Tratamiento 2 (CC>3,5) con adición de grasa bypass 500g/día:
 - Peso: 600 kg
 - Litros 26,97 vaca/día
 - Grasa en leche 4%
- Tratamiento 3 (CC<2,5):
 - Peso: 500 kg
 - Litros 22,88 vaca/día
 - Grasa en leche 4%
- Tratamiento 4 (CC<2,5) con adición de grasa bypass 500g/día:

- Peso: 500 kg
- Litros 22,88 vaca/día
- Grasa en leche 4%

3.5 Manejo de los nutrientes durante la investigación

Los animales en estudio fueron alimentados con una dieta basal constituida por una mezcla forrajera a base de Kikuyo raygrass y trébol, 3 kg de banano, concentrado comercial 4kg y sal mineral 100g dos veces al día al momento del ordeño.

A la mezcla forrajera y banano se realizó un análisis bromatológico, en el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad, Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos, mediante un Análisis Químico Proximal (MO-LSAIA01) de las materias primas, método de referencia U. Florida 1970. En el caso del concentrado comercial (balanceado) su fórmula de presentación fue la que se utilizó para valorar su composición.

Los resultados obtenidos fueron balanceados con los requerimientos establecidos por la (NRC) National Research Council. (Pereyra & Nuñez, 2014).

Tabla 1: Valor nutritivo (kg MS) de los alimentos utilizados en la dieta basal de las vacas en estudio

Producto	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
Mezcla forrajera	163,5	0,6	2,5	2,1	1,3
Banano	45,0	0,6	2,8	2,3	0,6
Concentrado (Maíz, Soya, Melaza, Fibra)	160,0	0,8	3,4	2,8	1,2

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia

En la **tabla 1** se detalla cada uno de los componentes de la dieta basal con su respectivo valor nutritivo por kg de MS, en base al análisis bromatológico de los mismos. Esta dieta basal fue dada a todas a las vacas de los cuatro tratamientos; sin embargo, a los animales del tratamiento 2 (CC>3,5 con grasa bypass) y 4 (CC<2,5 con grasa bypass), se incorporó a la dieta basal 500g de sales cálcicas de ácidos grasos vegetales TOCO-BP® (grasa bypass), el valor nutritivo se detalla en **tabla 2**.

Tabla 2: Valor nutritivo (kg MS) de los alimentos utilizados en la dieta basal de las vacas en estudio + la adición de grasa by pass

Producto	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
Mezcla forrajera	163,5	0,6	2,5	2,1	1,3
Banano	45,0	0,6	2,8	2,3	0,6
Concentrado (Maíz, Soya, Melaza, Fibra)	160,0	0,8	3,4	2,8	1,2
Grasa by pass	2,3	1,9	8,5	6,9	8,0

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia

Las vacas que ingresaron en el estudio (T1; T2; T3; T4) fueron llevadas al rejo de leche 25 días antes del parto. A las vacas de (T2 y T4) se les adición en la dieta basal 50 gramos de grasa bypass desde el día 25 preparto aumentando paulatinamente hasta llegar a la dosis recomendada por Hernández & Díaz, (2011) 500g/día, previo al parto (**tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10**).

Tabla 3: Consumo de MS y valor nutritivo de la ración basal de las vacas del tratamiento 1 (CC>3,5)

Producto	Consumo		Valor Nutritivo				
	MS (kg)	% Dieta	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
Mezcla forrajera	16,2	78,5	2.648,7	9,3	41,0	33,6	21,7
Banano	0,9	4,2	39,2	0,6	2,4	1,9	0,5
Concentrado (Maíz, Soya, Melaza, Fibra)	3,5	16,9	556,8	2,7	11,9	9,7	4,2
Sal mineral	0,1	0,5					
Total MS Consumida	20,6	100,0	3.244,7	12,6	55,3	45,4	26,4

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia. Parámetros vacas T1= CC>3,5; 600 kg; Lts promedio 26,97; grasa en leche 4%.

La **tabla 3** explica el consumo en kg y % de los distintos componentes de la dieta basal que consumieron durante el experimento las vacas del tratamiento 1.

Al realizar el análisis de requerimientos nutricionales según lo determinado por la (NRC) National Research Council, se determinó que estos animales tenían balance negativo en sus requerimientos. Con esos resultados se realizó el balance entre lo que consumen y lo que requieren, dando como resultado que las vacas del tratamiento 1 estuvieron durante el período de investigación en balance negativo, detalle **tabla 4**.

Tabla 4: Aporte, requerimiento y balance de nutrientes para vacas del tratamiento 1 (CC>3,5)

Detalle	Nutrientes					
	MS (kg)	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
Aportes de nutrientes por dieta basal	20,6	3.244,7	12,6	55,3	45,4	26,4
Requerimiento de nutrientes	16,5	2.833,3	12,9	57,0	49,7	29,7
Balance	4,1	411,4	-0,4	-1,7	-4,3	-3,3

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia. Parámetros vacas T1= CC>3,5; 600 kg; Lts promedio 26,97; grasa en leche 4%.

El consumo de materia seca y el valor nutritivo de la ración que recibieron las vacas del tratamiento 2 fue suplementada con 500g de grasas bypass

Tabla 5: Consumo de MS y valor nutritivo de la ración basal de las vacas del tratamiento 2 (CC>3,5 con adición de 500g de grasa bypass)

Producto	Consumo			Valor Nutritivo			
	MS (kg)	% Dieta	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
Mezcla forrajera	16,2	76,7	2.648,7	9,3	41,0	33,6	21,7
Banano	0,9	4,1	39,2	0,6	2,4	1,9	0,5
Concentrado (Maíz, Soya, Melaza, Fibra)	3,5	16,5	556,8	2,7	11,9	9,8	4,2
Sal mineral	0,1	0,5					
Grasa by pass	0,5	2,3	1,1	0,9	4,1	3,3	3,8
Total MS consumida	21,1	100,0	3.245,8	13,5	59,4	48,7	30,2

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia. Parámetros vacas T2= CC>3,5; 600 kg; Lts promedio 26,97; grasa en leche 4%.

Al realizar el balance de nutrientes para las vacas del tratamiento 2 a las cuales fueron adicionadas 500g de grasa bypass durante la fase del estudio, se estableció que todos los parámetros estuvieron en balance positivo excepto la EM (Mcal) que obtuvo un valor de -1,0, **tabla 6**.

Tabla 6: Aporte, requerimiento y balance de nutrientes para vacas del tratamiento 2 (CC>3,5 con adición de 500g grasa bypass)

Detalle	Nutrientes					
	MS	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
Aportes de nutrientes por dieta basal	21,1	3245,8	13,5	59,4	48,7	30,2
Requerimiento de nutrientes	16,5	2833,3	12,9	57,0	49,7	29,7
Balance	4,6	412,5	0,6	2,4	-1,0	0,6

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia. Parámetros vacas T2= CC>3,5; 600 kg; Lts promedio 26,97; grasa en leche 4%.

La valoración de la dieta basal en las vacas del tratamiento 3 fueron realizados de acuerdo a los parámetros para este grupo.

Tabla 7: Consumo de MS y valor nutritivo de la ración basal de las vacas del tratamiento 3 (CC<2,5)

Producto	Consumo		Valor Nutritivo				
	MS (kg)	% Dieta	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
Mezcla forrajera	13,5	75,2	2.207,3	7,8	34,2	28,0	18,1
Banano	0,9	4,9	39,2	0,6	2,4	1,9	0,5
Concentrado (Maíz, Soya, Melaza, Fibra)	3,5	19,4	556,8	2,7	11,9	9,8	4,2
Sal mineral	0,1	0,6					
Total MS consumida	17,9	100,0	2.803,3	11,0	48,5	39,8	22,8

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia. Parámetros vacas T3= CC<2,5; 500kg; Lts promedio 22,88; grasa en leche 4%.

El balance energético en las vacas del tratamiento 3 fue negativo en todos los componentes, es importante destacar que estos animales presentaron un peso promedio de 500 kg, una CC<2,5, producción de leche de 22,88lts/vaca/día, detalle **tabla 8**.

Tabla 8: Aporte, requerimiento y balance de nutrientes para vacas del tratamiento 3 (CC<2,5)

Detalle	Nutrientes					
	MS (kg)	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
<i>Aportes de nutrientes por dieta basal</i>	17,9	2803,3	11,0	48,5	39,8	22,8
<i>Requerimiento de nutrientes</i>	14,0	2423,2	11,1	48,8	42,6	25,4
Balance	3,9	380,1	-0,1	-0,3	-2,8	-2,6

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia. Parámetros vacas T3= CC<2,5; 500kg; Lts promedio 22,88; grasa en leche 4%.

Las vacas del tratamiento 4 a las cuales se les adiciono 500g de grasa bypass a la dieta basal que fue calculada en base a su promedio de producción 22,88 lts/vaca/día, peso 500 kg y grasa en leche 4% (**tabla 9**).

En la **tabla 10** podemos observar que el balance de los nutrientes que consumieron las vacas del tratamiento 4 estuvo en balance positivo.

Tabla 9: Consumo de MS y valor nutritivo de la ración basal de las vacas del tratamiento 4 (CC<2,5 con adición de 500g grasa bypass)

Producto	Consumo		Valor Nutritivo				
	MS (kg)	% Dieta	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
<i>Mezcla forrajera</i>	13,5	73,3	2.207,3	7,8	34,2	28,0	18,1
<i>Banano</i>	0,9	4,7	39,2	0,6	2,4	1,9	0,5
<i>Concentrado (Maíz, Soya, Melaza, Fibra)</i>	3,5	18,9	556,8	2,7	11,9	9,8	4,2
<i>Sal mineral</i>	0,1	0,5					
<i>Grasa by pass</i>	0,5	2,6	1,1	0,9	4,1	3,4	3,8
Total MS consumida	18,4	100,0	2.804,4	11,9	52,6	43,1	26,6

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia. Parámetros vacas T3= CC<2,5; 500kg; Lts promedio 22,88; grasa en leche 4%.

Tabla 10: Aporte, requerimiento y balance de nutrientes para vacas del tratamiento 3 (CC<2,5 con adición de 500g de grasa by pass)

Detalle	Nutritivo					
	MS (kg)	PC (gr)	TDN (kg)	ED (Mcal)	EM (Mcal)	ENL (Mcal)
<i>Aportes de nutrientes por dieta basal</i>	18,4	2.804,4	11,9	52,6	43,1	26,6
<i>Requerimiento de nutrientes</i>	14,01	2423,2	11,1	48,8	42,6	25,4
Balance	4,4	381,2	0,9	3,8	0,5	1,2

PC=proteína cruda; TDN=total nutrientes digeribles; ED=energía digerible; EM=energía metabolizable; ENL=energía neta para lactancia. Parámetros vacas T3= CC<2,5; 500kg; Lts promedio 22,88; grasa en leche 4%.

3.6 Manejo del parto y postparto de las vacas en estudio

En el parto, se observó que la vaca expulsará las membranas fetales y descartó presencia de hipocalcemia y cetosis. Se tomó el peso del ternero al nacer y fue retirado a los dos días post nacimiento. Al día 5 postparto las vacas fueron desparasitadas con albendazol al 25% más cobalto en dosis de 1 ml por cada 50kg de peso vivo más vitaminas AD₃E en dosis de 1 ml por cada 100kg de peso vivo y un flushing de minerales.

Posteriormente, cada semana fueron valoradas las variables en estudio en los diferentes tratamientos.

3.7 Metodología de valoración de variables

▪ Condición corporal y peso:

La condición corporal y peso fue evaluada los días 270 de gestación, día 0 (parto) y una vez por semana posterior al parto, es decir, días 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 y 63. Para determinar la CC se utilizó la técnica descrita por Edmonson, (1998) escala 1-5, donde: 1 es flaca y 5 gorda.

El peso se valoró mediante la técnica Quetelet descrita por Osorio & Segura (2009), este método toma la medida del perímetro torácico (detrás de la cruz, espalda y codo); y el largo del animal que va desde el encuentro (hombro) hasta la punta de nalga. Los valores obtenidos son remplazarlas en una fórmula ya establecida y multiplicada por una constante correspondiente para cada sexo (para hembras 87,5 y para machos 99).

Fórmula: $Pv = (PT)^2 \times L \times \text{constante}$.

Donde:

Pv = Peso vivo.

P.T = Perímetro Torácico.

L = largo o longitud del cuerpo.

▪ Involución uterina:

Se valoró por palpación rectal a partir de los 14 días postparto, una vez por semana hasta determinar que se completó la involución uterina, esto cuando el útero retornó



a su posición pelvio-abdominal y adquirió el tamaño de útero no gestante. Esta valoración fue realizada por una sola persona durante el experimento.

- **Reactivación ovárica**

La determinación de la reactivación ovárica postparto se realizó con un ecógrafo Sonoscape A6V, de origen holandés con una sonda de 7.5 MHz vía transrectal, Las mediciones se hicieron a partir del día 14 postparto hasta el día 63, con una frecuencia de 1 veces por semana. Se midió tamaño de CL y si coincidía la presencia de folículo preovulatorio se anotaba.

- **Primer celo observado (1CPP)**

La presencia del celo se determinó mediante observación visual 30 minutos tres veces al día; además a partir del día 15 postparto se colocaron parches colorimétricos detectores de celo para facilitar el trabajo.

- **Intervalo parto primer servicio (IPPS)**

Este valor fue obtenido de los registros de la hacienda y refleja el tiempo que transcurrió desde que la vaca fue inseminada por primera vez retrospectivamente al parto.

- **Presencia del primer cuerpo lúteo (1CL)**

Se valoró el tiempo que transcurrió desde el parto hasta que apareció el primer cuerpo lúteo luego de un celo detectado (visto).

- **Tamaño del primer cuerpo lúteo (1CL)**

Mediante el uso del ecógrafo se valoró el tamaño del CL, mediante dos medidas largo y ancho, esta medición se realizó al 7 día post-ovulación.

- **Nivel de progesterona (P4)**

Los niveles de progesterona (P4), se valoró mediante la colección de sangre de la vena yugular a los 10 días posteriores a la ovulación, es decir cuando existía CL de 10 días. Las muestras colectadas fueron llevadas al laboratorio centrifugadas a 2000 rpm por 15min., se extrajo el sobrenadante, se colocó en un ependorf y se congeló - 20°C hasta su análisis, el cual fue realizado por RIA (radioinmunoanálisis).

- **Intervalo parto concepción (IPC)**

Este parámetro se determinó retrospectivamente luego de valorar preñez a los 45 días post-inseminación, mediante el uso de ultrasonografía.

- **Inseminaciones/preñez (IA/P)**

El número de inseminaciones por preñez (IA/P), se determinó, valorando el número

de vacas servidas por tratamiento dividido para el número de inseminaciones realizadas hasta que quedaron preñadas.

- **Salud uterina (Determinación de % de Polimorfonucleares)**

El día 35 postparto se evaluó la salud uterina mediante citología utilizando la técnica de cytobrush modificado para el uso en grandes animales. Se usó un cepillo para citología endometrial (citocepillo), el cual se recortó 3 cm de longitud y se acopló en la parte posterior de la pistola de inseminación artificial conforme lo determina (Vallejo *et al.*, 2014). Los análisis de las muestras fueron realizados en un laboratorio clínico microbiológico e inmunológico particular de servicio humano El Ángel. Los resultados fueron expresados en porcentaje de neutrófilos PMN

- **Producción promedio de leche (Lts/vaca/día), en fase del experimento**

Los niveles de producción láctea fueron valorados a diario y agrupados por semanas durante el período en estudio (60 días), en base a los registros de la granja.

3.8 Diseño experimental y estadístico

Se aplicó un modelo lineal general mixto mediante el procedimiento MIXED del (SAS, 2013) SAS (2013) vw 9.3, que utilizó la metodología de máxima verosimilitud restringida (REML) para estudiar los efectos del tratamiento y, animal anidado en los tratamientos. (SAS, 2013)

El procedimiento Satterthwaite (DDFM=SATTERTH) en el modelo para obtener los grados de libertad correctos para la tabla de prueba de efectos fijos de la salida en la instrucción LSMEANS.

El modelo que se utilizó fue: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \alpha_{j(i)} + \epsilon_{ijk}$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

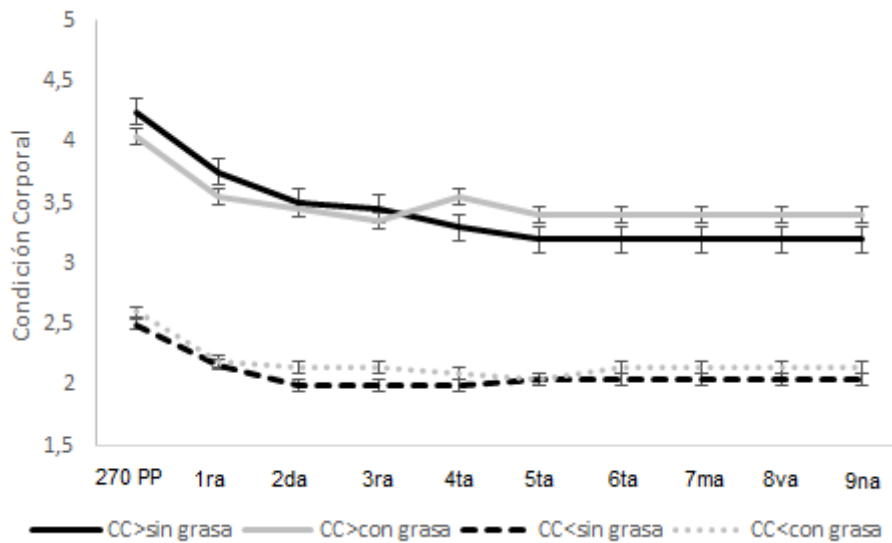
μ = Efecto fijo del i-ésimo tratamiento (1,2,3...6)

$\alpha_{j(i)}$ = Efecto aleatorio de la j-ésimo animal anidado en el i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ijk} = Error aleatorio debido a cada observación NID~ (0, σ^2_e).

Se aplicó la dócima de Tukey-Kramer para la comparación múltiple de las medias de los mínimos cuadrados (Kramer, 1956).

CAPITULO IV: RESULTADOS

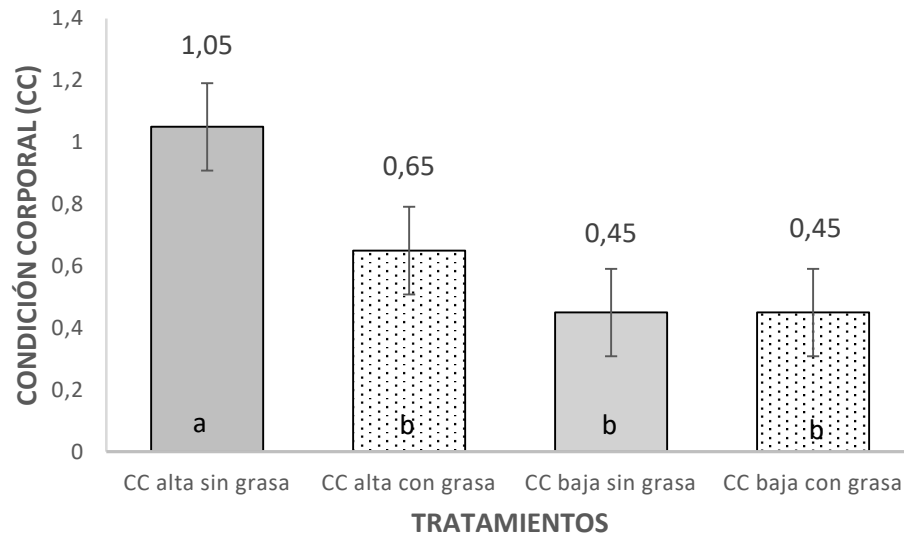


Eje horizontal fechas de las diferentes tomas del CC, inicio 270 (PP) días preparto y fin 9na semana post-parto

Figura 1: Patrón de comportamiento de la pérdida de Condición Corporal (CC) de los animales en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio.

El comportamiento de la CC en los dos tratamientos (T1 y T2) en estudio, de los animales con $CC > 3,5$ se puede observar que hasta la tercera semana postparto la pérdida de CC fue similar; sin embargo, a partir de la cuarta semana las vacas del tratamiento 2 (CC> con grasa) recuperaron CC a diferencia de las del tratamiento 1 (CC> sin grasa).

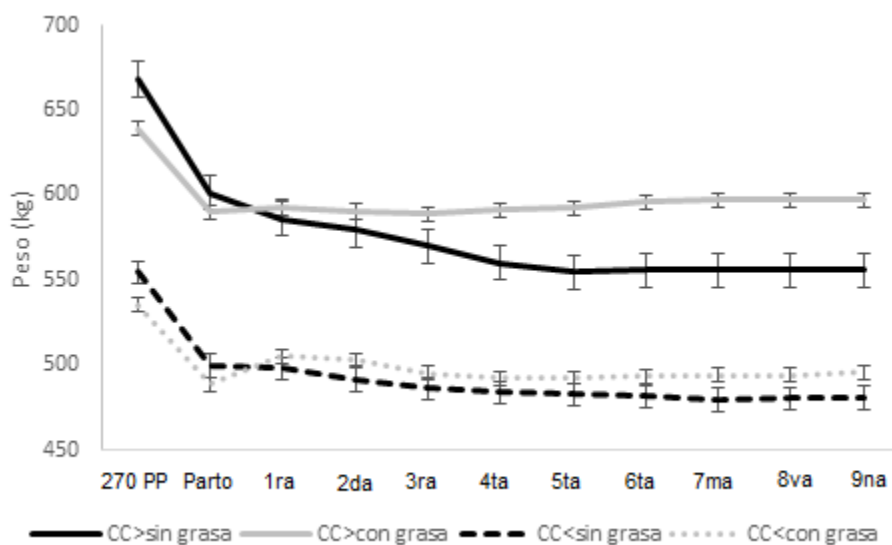
En las vacas con $CC < 2,5$ la pérdida de CC fue similar durante el tiempo de estudio.



^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0,05$)

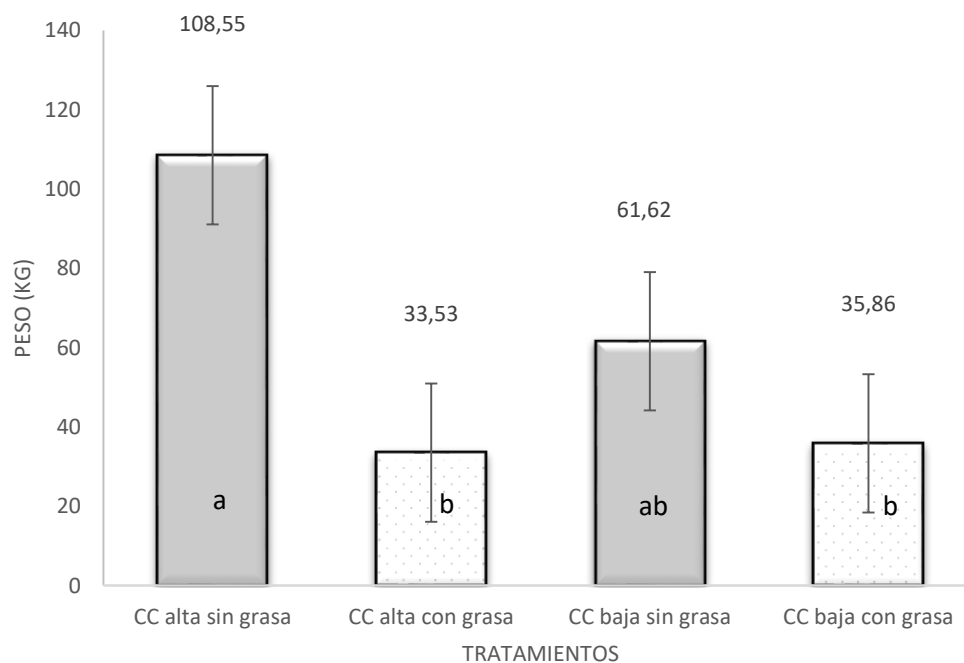
Figura 2: Media y error estándar de la pérdida de Condición Corporal (CC) de los animales en los cuatro tratamientos al final del estudio.

Al analizar la pérdida de condición corporal (CC) en los diferentes grupos en estudio se determinó que las vacas del tratamiento 1 (CC>, sin grasa) perdieron mayor CC durante los 90 días en investigación, frente a los otros tres tratamientos ($P < 0,05$); sin embargo, entre los tratamientos 2 (CC>grasa), 3 (CC<sin grasa) y 4 (CC< con grasa) no existe diferencia estadística en cuanto a la pérdida de CC ($P > 0,05$). **Detalle figura 2.**



Eje horizontal fechas de las diferentes tomas del peso, inicio 270 (PP) días preparto y fin 9na semana post-parto

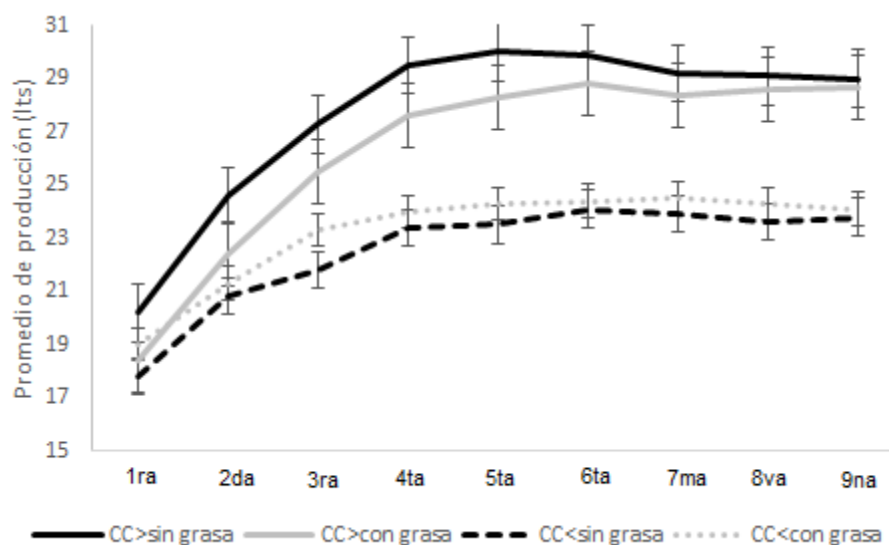
Figura 3: Patrón de comportamiento de la pérdida del peso (kg) de los animales en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio.



^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P<0,05$)

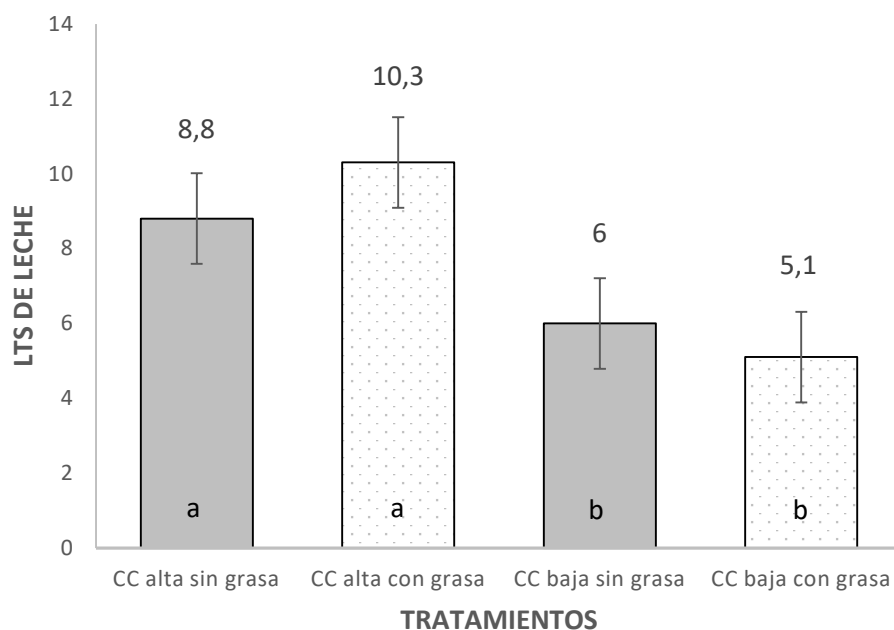
Figura 4: Media y error estándar de la pérdida del peso (kg) de los animales en los cuatro tratamientos al final del estudio.

En la figura 4 se observa que en los tratamientos 1(CC alta, testigo) y 2 (CC alta con grasa) pierden más peso; sin embargo, no existe diferencia estadística entre ellos ($P>0,05$); pero difieren estadísticamente al compararlos con los tratamientos 3 (CC baja sin grasa testigo) y 4 (CC baja con grasa) ($P<0,05$). Además, Las vacas de los tratamientos 3 (CC baja, testigo) y 4 (CC baja con grasa), difieren entre sí, presentando menor pérdida de peso las vacas del grupo que recibieron adición de grasa bypass ($P<0,05$).



Eje horizontal semanas de las diferentes tomas de la producción láctea, fin 9na semana post-parto

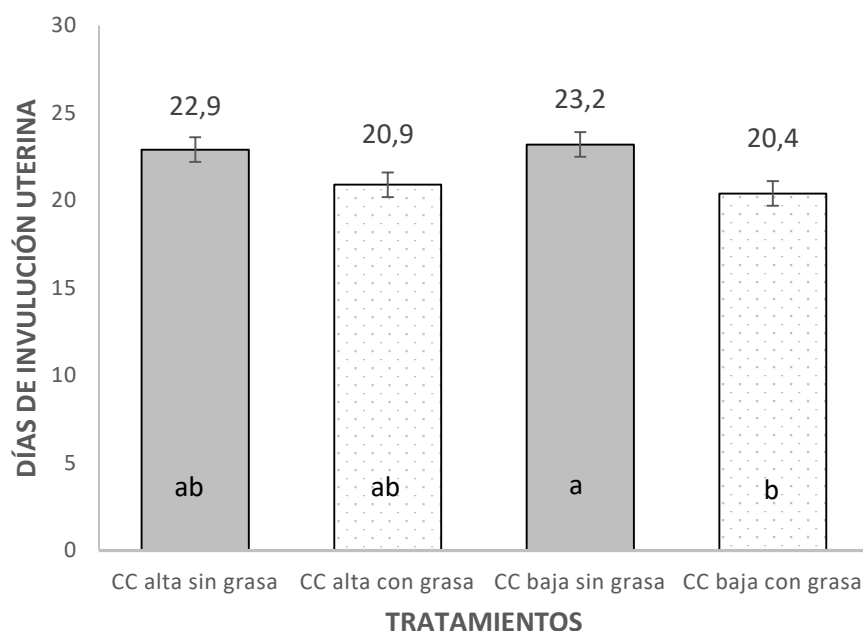
Figura 5: Patrón de comportamiento de la producción láctea (Lts) de los animales en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio



^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P<0,05$)

Figura 6: Media y error estándar del incremento de producción láctea (Lts) de los animales en los cuatro tratamientos al final del estudio.

Se determinó que existe diferencia estadística entre los tratamientos con alta condición corporal (1 y 2) y los de baja CC tratamientos 3 y 4 (**Detalle figura 6**). Notándose así que el grupo 2 (CC alta con grasa) supera con el doble al comprar con el grupo 4 (CC baja con grasa), ($P<0,05$).



^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0,05$)

Figura 7: Media y error estándar de la involución uterina expresada en días, en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio.

Las vacas en estudio presentaron involución uterina entre los 20 y 23 días postparto, sin diferencia estadística; sin embargo, las vacas CC baja del tratamiento 3 (testigo) presentaron una involución uterina más tardía en comparación con las vacas de CC baja (tratamiento 4), que recibieron la adición de grasa bypass.

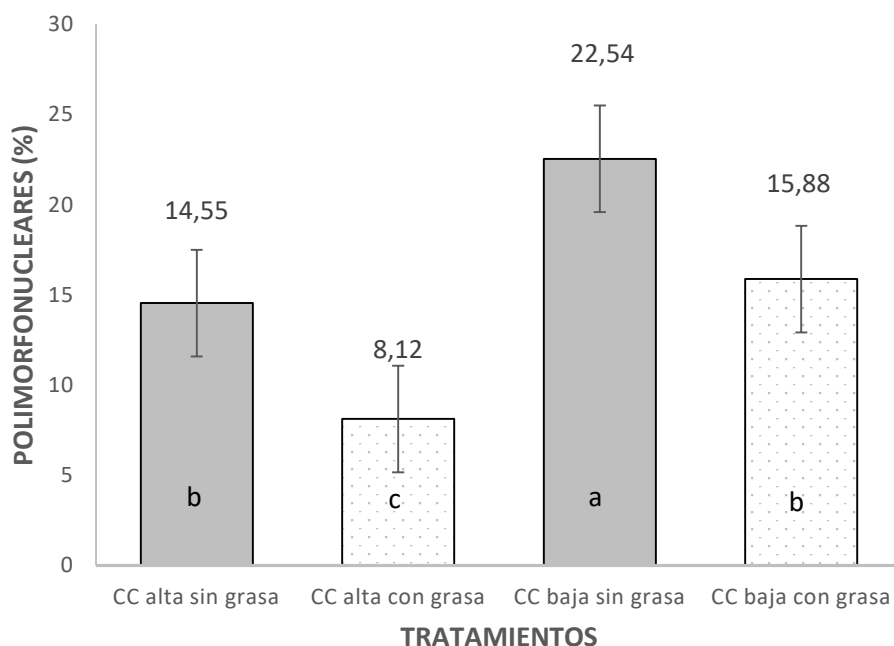
Tabla 11: Medias y errores estándar de parámetros reproductivos de los tratamientos en estudio

Tratamientos	N	1CPP	IPPS	1CL	TCL
<i>CC alta sin grasa (Testigo)</i>	10	34,9±4,95	62,7±7,54	41,9±4,95	23,1±1,61
<i>CC alta con grasa bypass</i>	10	49,2±12,08	63,8±7,67	56,2±12,08	25,8±3,18
<i>CC baja sin grasa (Testigo)</i>	10	53,1±19,56	68,1±8,17	60,1±19,56	25,7±4,97
<i>CC baja con grasa bypass</i>	10	50,0±3,11	59,3±7,16	60,0±27,11	23,2±6,82

1CPP=primer celo post-parto; IPPS=intervalo parto primer servicio; 1CL=primer cuerpo lúteo; TCL=tamaño del cuerpo lúteo

Los parámetros reproductivos analizados en la presente investigación no presentaron diferencia estadística entre los diferentes tratamientos ($P>0,05$).

Sin embargo, es interesante observar que el promedio de días que las vacas con CC alta necesitaron para presentar su primer celo fue menor al que presentaron las vacas con CC baja. **Tabla 11**

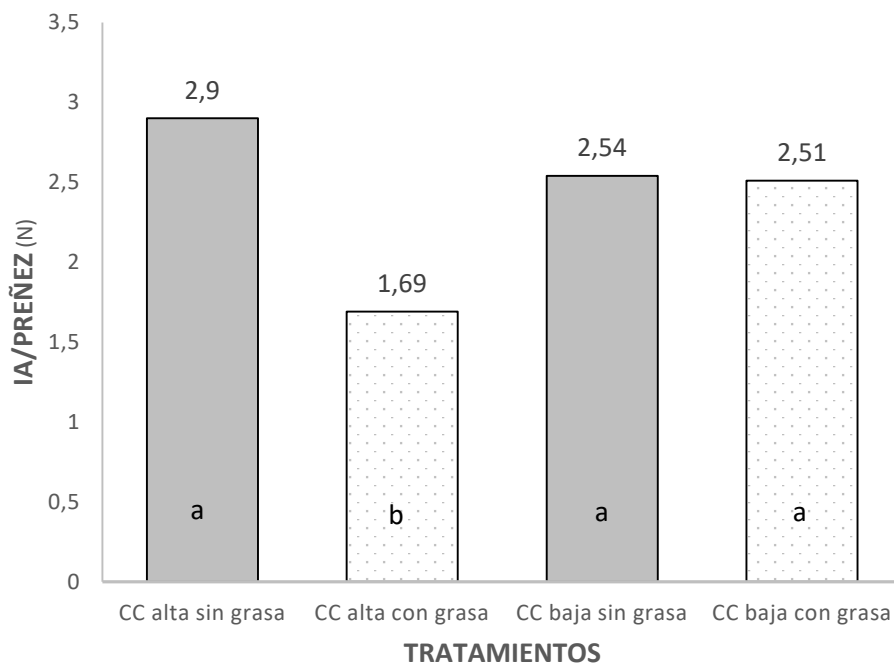


^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0,05$)

Figura 8: Media y error estándar del porcentaje de células polimorfo nucleares determinadas mediante la técnica de cytobrush, en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio.

Del análisis de salud uterina se determinó que el tratamiento 2 (CC alta con grasa) presentó menor porcentaje (8.12%) de polimorfo nucleares (PMN), en comparación con los tratamientos 1, 3 y 4, diferencia estadística. ($P < 0,05$).

Al comparar las vacas de baja CC (tratamientos 3 y 4), se estableció que los animales del tratamiento 4, que recibieron grasa bypass presentaron menor porcentaje de PMN, que las vacas del grupo 3. **(Figura 8)**

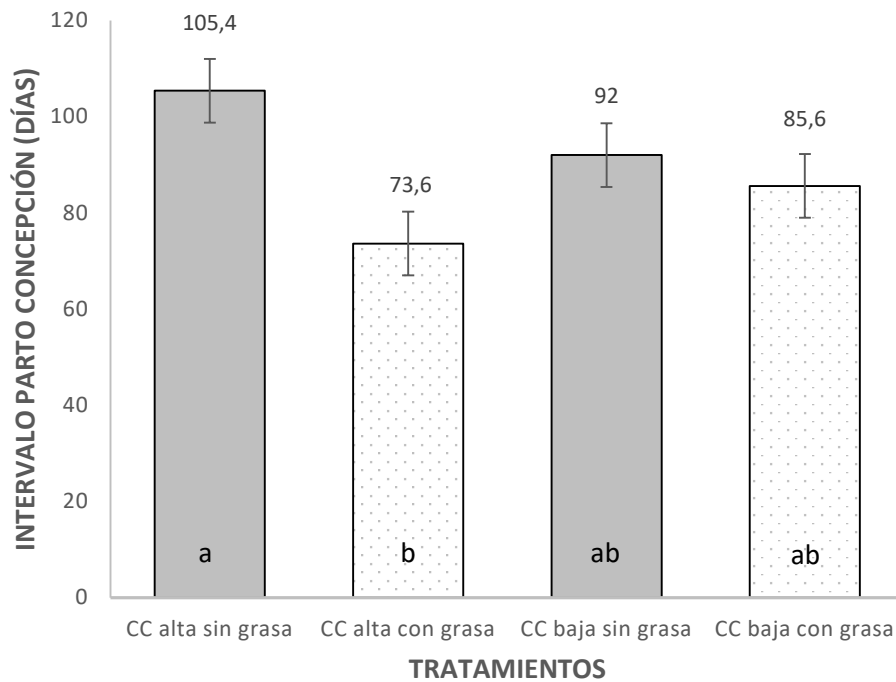


^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P<0,05$)

Figura 9: Media y error estándar del número de inseminaciones utilizadas por preñez, en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio

Al analizar el número de inseminaciones utilizadas por preñez se notó que el tratamiento 2 (CC alta con grasa) necesitó menos inseminaciones por preñez (1.69), comparado con los tratamientos 1, 3 y 4, existiendo diferencia estadística ($P<0,05$).

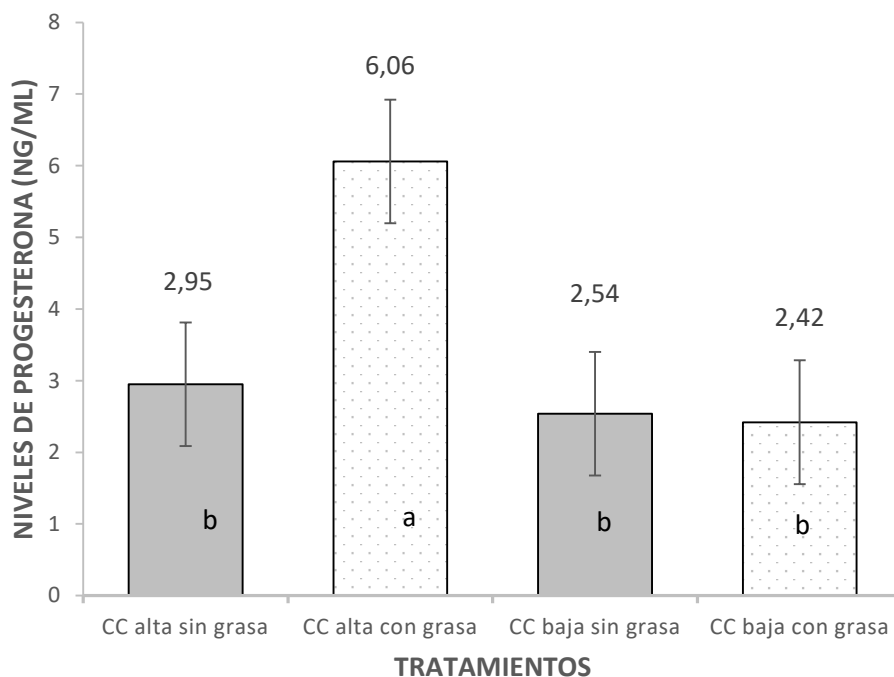
Figura 9



^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0,05$)

Figura 10: Media y error estándar del intervalo parto concepción IPC (días), en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio

La adición de grasa bypass a las vacas de CC alta del tratamiento 2 generó que reduzcan el IPC (figura 1), en comparación con las vacas de CC del testigo (T1), expresando diferencia estadística ($P < 0,05$). Sin embargo, los tratamientos 3 y 4 no muestran diferencia estadística entre ellos ($P > 0,05$).



^{ab}=letras diferentes indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0,05$)

Figura 11: Media y error estándar de los niveles de progesterona (ng/ml), en los cuatro tratamientos durante el tiempo del estudio

Es estudio permitió establecer que las vacas de CC alta (T2) que recibieron grasa bypass presentaron tres veces mayor cantidad de P4 que los animales de los tratamientos 1, 3 y 4, ($P < 0,05$).



CAPITULO V: DISCUSIÓN

La condición corporal es un indicador del estado nutricional del animal (López, 2006), la mayoría de las vacas pierden peso y CC durante el periodo postparto, si ésta es <0.5 el desempeño reproductivo no se ve comprometido de modo importante (Grummer *et al.*, 1995), de allí la importancia de evaluar a las vacas antes, durante y después del parto. Roche *et al.*, (2009) establecieron que la condición corporal óptima en la lactancia temprana es de 3-3,5.

En la presente investigación se observó que las vacas del tratamiento 2, (CC> con grasa bypass) perdieron alrededor de 0,6 puntos de CC, a diferencia de las del tratamiento 1 (CC> sin grasa) que perdieron sobre 1 punto de CC ($P<0,05$), esto nos permite inferir que las vacas del tratamiento 2 verán comprometido en menor porcentaje su desempeño reproductivo, esto es ratificado al valorar el número de repeticiones por preñez del T2 (1,69 IA/P) vs las de T1 (2,9 IA/P), con diferencia estadística entre estos dos tratamientos ($P<0,05$). Estos valores coinciden con los resultados obtenidos por Hernández y Díaz (2011). Sin embargo, las vacas de los tratamientos 3 y 4 si bien perdieron 0,5 puntos de CC no difieren estadísticamente entre sí ($P>0,05$). La posible explicación a este proceso puede estar en el enunciado de O'Hara *et al.*, (2016), quienes determinaron que las vacas con una CC sobrepasada pre-parto tienden a perder mayor CC postparto que aquellos animales con CC dentro del margen establecido.

En la presente investigación se observó que las vacas del tratamiento 2 (CC> con grasa bypass) perdieron menos peso (105,73 Kg) en comparación con el tratamiento 1 testigo sin adición de grasa (133,15 Kg). Igual sucedió con las vacas del tratamiento 4 (CC baja con grasa bypass) que perdieron menos peso (2,91kg), frente a los 17,06 kg que perdió el tratamiento 3 (CC baja sin grasa). Estos valores podemos atribuir a la adición de grasa bypass a la dieta de los grupos experimentales ya que son un aporte importante a la alimentación por su alto contenido energético porque aportan 2,25 veces más energía que las fuentes comunes (maíz) (Hernández & Díaz, 2011).

(Angulo *et al.*, 2005). Al suplementar con grasa con altos niveles de AGPI se puede generar una respuesta favorable en cuanto a la producción de leche, composición de la misma y una mejora en el perfil de ácidos grasos que la componen. (Rodríguez &



Gómez, 2013) realizó una investigación en 12 vacas Holstein Friesian divididas en tres grupos donde dos grupos fueron suplementados con 200g y 400g de grasa bypass respectivamente manifestando que los grupos experimentales tienden a subir la producción con respecto al grupo control, en la investigación vimos que las vacas de condición corporal alta que recibieron grasa bypass (tratamiento 2) hubo un incremento de 2 litros más con respecto a las vacas del tratamiento 1 notando una respuesta positiva en la investigación.

Con resultados reportados de la salud uterina (cytobrush 35 días postparto) se determinó que el tratamiento 2 (CC alta con grasa) presentó menor porcentaje (8.12%) de polimorfo nucleares (PMN), en comparación con el tratamiento 1 (14.55%), al igual que el tratamiento 4 (CC baja con grasa) presentó menor porcentaje de PMN, al compararlo con el tratamiento 3 (testigo) lo que se asume que la grasa bypass tuvo influencia directa en la salud uterina

El número de inseminaciones utilizadas por preñez se notó que el tratamiento 2 (CC alta con grasa) necesitó menos inseminaciones por preñez (1.69), comparado con los otros tratamientos (1, 3 y 4) existiendo diferencia estadística ($P<0,05$) concordando con Hernández (2010) donde manifiesta que hubo diferencias numéricas de 14 puntos porcentuales en la tasa de concepción, a favor de las vacas suplementadas (91% vs 77%, en el grupo control).

En el intervalo parto concepción (IPC) las vacas de CC alta del tratamiento 2 generó que reduzcan su tiempo (73.6 días), en comparación con las vacas de CC del testigo (T1), expresando diferencia estadística ($P<0,05$), Hernández (2010) reporta que las vacas que reciben una suplementación con grasa bypass reducen el tiempo de IPC (12 días menos en el intervalo parto-concepción días vacíos, 90 vs 102 d en el grupo control), pudiendo significar un incremento en la rentabilidad económica y en la eficiencia reproductiva.

El análisis de progesterona (P4) el estudio permitió establecer que las vacas de CC alta (T2) que recibieron grasa bypass presentaron tres veces mayor cantidad de P4 que los animales de los tratamientos 1, 3 y 4, ($P<0,05$) coincidiendo con Salas *et al.*, (2011) donde manifiesta que la concentración plasmática de P4 fue superior ($P<0.001$) en el grupo suplementado con grasa bypass (3.02 ± 0.18 ng/ml) respecto al grupo control (0.49 ± 0.22 ng/ml) teniendo así un indicador importante en el comportamiento



reproductivo de las vacas, Grajales *et al.*, (2006) indica que concentraciones de P₄ por arriba de 1 ng/ml definen la presencia de un cuerpo lúteo funcional, señal de que ha ocurrido la ovulación, en tanto que los niveles bajos de progesterona producen un soporte uterino deficiente que causa un decrecimiento en la tasa de preñez (Nebel & McGilliard, 1993).



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La utilización de 500g de grasa bypass en la dieta postparto de vacas Holstein mestizas, bajo sistema de alimentación al pastoreo, permite mejorar la eficacia de los parámetros productivos y reproductivos especialmente cuando estos entran al parto con una $CC > 3,5$.

Por lo que se recomienda como suplemento nutricional en el alimento basal de las vacas productoras de leche



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alejo, D., Campero, C., Faverín, C., & Fernández, S. (2000). CARACTERIZACIÓN DE PARTOS Y MORTALIDAD PERINATAL ASOCIADO A GENOTIPOS EN GANADO DE CARNE. *Veterinaria Argentina, Bs. As.*, 17, 333-340.
- Angulo, J., Machecha, L., Giraldo, C., & Olivera, M. (2005). Prostaglandinas y grasa de la leche: síntesis a partir de ácidos grasos poliinsaturados, en bovinos. In M. P. Ossa, *Bioquímica, Nutrición y Alimentación de la Vaca*. (pp. 111-135). Medellín: Fondo Editorial Biogénesis.
- Baruah. (1994). Transitory changes of hormones in serum of postpartum dairy cows. *Journal of Animal Reproduction*, 112-114.
- Beam, S., & Butler. (1999). Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility.*, 41-4241.
- Beam, S., & Butler, W. (1997). Energy balance and ovarian follicular development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of Reproduction. Vol. 56*, 133-142.
- Bellenda, O. G. (2002). El ultrasonido o ecografía aplicados en la reproducción animal. *Copyrigh*, 1-10.
- Bilby, T., Sozzi, A., Lopez, M., Silvestre, F., Ealy, A., Staples, C., & Thatcher, W. (2006). Pregnancy, Bovine Somatotropin, and Dietary n-3 Fatty Acids in Lactating Dairy Cows: I. Ovarian, Conceptus, and Growth Hormone–Insulin-Like Growth Factor System Responses. *American Dairy Science Association*, 3360–3374.
- Boland, Lonergan, & O"Callahan. (2001). Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology 55*, 1323-1340.
- Butler, R. (2014, 11 5). *Alta Genetics*. Retrieved from <http://web.altagenetics.com/ecuador/Article/Print/256>
- Correa, J., Gatica, R., & P, T. (1990). *Progesterone profiles and postpartum fertility in dairy cattle in southern Chile*. Viena: International Atomic Energy Agency.
- Crowe, M. (2008). Resumption of Ovarian Cyclicity in Post-partum Beef and Dairy Cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 20–28.
- Díaz, T., Betancourt, R., Hernández, R., & Gallo, J. (2009). El efecto de las grasas omega 3 y omega 6 sobre la reproducción de vacas de primera lactancia pastoreando en los llanos venezolanos. *E. Chacón y F. Espinoza (Eds). Memorias, III Simposium sobre Recursos y Tecnologías Alimentarias*



apropiadas para la Producción Bovina a Pastoreo en Condiciones Tropicales., 1-28.

Edmonson, A., Lean, I., Weaver, L., Farver, T., & Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of dairy science*, 68-78.

Elizondo, J. (2002). Estimación lineal de los requerimientos nutricionales del NRC para ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 41-44.

Garcia, M., Huanca, W., & Echevarria, L. (1990). Reproductive performance of purebred and crossbred zebu cattle under artificial insemination in the Amazon tropics. *Animal Production*. Vol. 50, 41-49.

Grajales, H., Hernández, A., & Prieto, E. (2006). Determinación de parámetros reproductivos basado en los niveles de progesterona en novillas doble propósito en el trópico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 18.

Green, M., Ledgard, A., Beaumont, S., Berg, M., McNatty, K., Peterson, A., & Back, P. (2011). Long-term alteration of follicular steroid concentrations in relation to subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Journal of animal science*, 3551-3560.

Grummer, R., Hoffman, P., Luck, M., & Bertics, S. (1995). Effect of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation on primiparus cows. *Dairy Sciences*, 172-178.

Hernández, R. (2010). Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas Brahman de primer parto a pastoreo. *Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela*, 97.

Hernández, R., & Díaz, T. (2011). Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes. *Innovación & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito, de la Fundación GIRARZ*, 333-343.

Hernández, R., & Díaz, T. (2011). LAS GRASAS SOBREPASANTES Y SU EFECTO SOBRE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN RUMIANTES. *Innovacion & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito, de la Fundación GIRARZ*, 333-343.

Herrera, F., & Calleja, F. (2011). *Caracterización de las Grasas de sobrepaso por medio de cromatografía de gases*. Universidad Veracruzana.

Hincapie, J., Blanco, G., & Pipaon, E. (2002). *Transtornos reproductivos en la hembra bovina*. Honduras: Prografic Tegucigalpa.



- Holmes, C., & Wilson, G. (1987). Milk production from pasture. New Zeland: Butter Worths.
- Inostroza Villarroel, M. y. (1999). Actividad Reproductiva Postparto en Vacas Lecheras Frisonas.
- Kramer, C. Y. (1956). Extension of Multiple Range Tests to Group Means with Unequal Numbers of Replications. *Biometrics* 12:307.
- Lenis, Y. (2014). *Manual didáctico sobre la reproducción, gestación, la lactancia y el bienestar de la hembra bovina*. Medellín: Corporación Universitaria Remington.
- López, F. (2006). RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN VACAS HOLSTEIN. *Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad del Cauca*, 78.
- Marin, A. (2006). *Reinicio de la actividad ovarica posparto, concentracion de progesterona y metabolitos de lipidos en vacas lecheras suplementadas con aceite vegetal*. Morelia.
- Martinez, A., & Sanchez, J. (2001). Alimentacion y reproduccion en vacas lecheras. *Mundo Ganadero* 11, 1-8.
- Motta, P., Ramos, N., González, C., & Castro, E. (2011). Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. *Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá), Colombia.*, 88-99.
- Nebel, R., & McGilliard, M. (1993). Interaction of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol.76, 3257-3268.
- Nett. (1987). Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. Vol. 34, 201-213.
- O'Hara, L., Båge, R., & Holtenius, K. (2016). The impact of body condition after calving on metabolism and milk progesterone profiles in two breeds of dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 91.
- Ortega García, A. (1997). CAMBIO DE PESO A TRAVÉS DE LA LACTANCIA. *Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia*, 67-76.
- Osorio-Arce, M. M., & Segura-Correa, J. C. (2009). CAMBIOS EN EL PESO CORPORAL DURANTE LA LACTANCIA DE VACAS B. taurus x B. indicus EN UN SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO MEXICANO. *Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia*, 284-289.



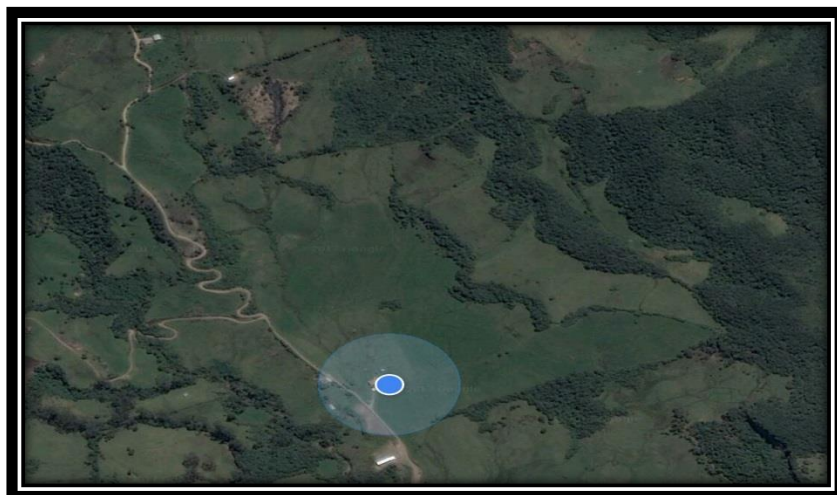
- Pereyra, F., & Nuñez, R. (2014, febrero 12). *produccion animal*. Retrieved from <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/NRC.Nuñez-Pereyra.pdf>
- Ramírez, D., & Rene, M. (2002). *Caracterización de la involución uterina y la reactivación ovárica pos parto en la hembra bovina utilizando ultrasonido de tiempo real*. Honduras: Universidad Zamorano.
- Rexroad, C. a. (1975). Ovarian follicular development in cows, sows and ewes in different stages of pregnancy as affected by number of corpora lutea in the same ovary. *Journal of Animal Science*. Vol. 41, No. 4, 1090-1097.
- Roche, J., Crowe, M., & Boland, M. (1992). Post-partum anoestrous in dairy and beef cows. *Animal Reproduction Science*, 371-378.
- Rodriguez, C., & Gómez, D. (2013). Efecto de la suplementación con diferentes dosis de grasa protegida sobre parámetros productivos y composicionales de la leche bovina. *Zootecnia Trop*, 299-309.
- Ruiz, L., & Sandoval, R. (2013). Involución uterina en el gando Bovino: Un nuevo score para su evaluación y su relación con el número de partos y los días en lactación. *Spermova*, 3(1), 87-88.
- Ruiz, L., & Sandoval, R. (2014). "INVOLUCIÓN UTERINA EN EL GANADO BOVINO: UN NUEVO SCORE PARA SU EVALUACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL NÚMERO DE PARTOS Y LOS DÍAS EN LACTACIÓN.". *SPERMOVA*, 87-88.
- Salas, G., Herrera, J., Gutierrez, E., Ku-Vera, J., & Aké-López, J. (2011). Reinicio de la actividad ovárica posparto y concentración plasmática de metabolitos lípidos y progesterona en vacas suplementadas con grasa de sobrepeso. *Tropical and subtropical agroecosystems*.
- SAS. (2013). *SAS Users guide*. Cary N.C. USA: THE SAS institute .
- Senatore, E., Butler, W., & Oltenacu, P. (1996). Relationship between energy balance and post-partum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Animal Science*. Vol. 62, 17-23.
- Sepúlveda Becker, N. M., & Salazar, P. P. (2001). EL INICIO DE LA FUNCIÓN OVÁRICA POSTPARTO EN VACAS LECHERAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS. *Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba*, 191.
- Sheldon, M., Lewis, G., LeBlanc, S., & Gilbert, R. (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology ELSEVIER*, 1516–1530.



- Short, R. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. Vol. 68, 799-816.
- Slama, H. (1996). Prostaglandines, leucotriènes et subinvolution utérine chez la vache. *Recueil de Médecine Vétérinaire*, 369-381.
- Spicer, L., Tucker, W., & Adams, G. (1990). Insulin-like growth factor-I in dairy cows: Relationship between energy balance, body condition, ovarian activity, and estrus behavior. *Journal of Dairy Science*. Vol. 73, 929-937.
- Tanaka, T., Akaboshi, N., Inoue, Y., Kamomae, H., & Kaneda, Y. (2002). Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Animal Reproduction Science* 72, 185-196.
- Tyagi, N. T. (2010). Efecto de la suplementación con grasa de paso en el rendimiento productivo y reproductivo de vacas mestizas. *Tropical Animal Health and Production*, 1749-1755.
- Vallejo, D., Chávez, C., Astaíza, J., Benavides, J., & Ximena, J. (2014). Endometritis subclínica diagnosticada mediante cytobrush y comportamiento reproductivo en vacas del municipio de Pupiales, Colombia. *Scielo*, 111-120.
- Velez, M., Hincapié, J., Matamoros, I., & Santillán, R. (2002). *Producción de ganado lechero en el trópico*. Honduras: Escuela agrícola Panamericana, Zamorano.
- WEBB, R. e. (1999). Factors affecting folliculogenesis in ruminants. *Animal Science*. Vol. 68, 257-28.
- Williams, G. (1990). Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *Journal of Animal Science*. Vol. 68, 831-852.
- Williams, G. (1995). Sensory and behavioral control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. Vol. 49., 463-475.

ANEXOS


Anexo 1. Ubicación de la investigación




Fuente: (Google Earth 2016)

Anexo 2. Analisis bromatológico.

MC-LSAIA-2201-04



INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
Panamericana Sur Km. 1, Cutuglagua Tlts. 2690691-3007134. Fax 3007134
Casilla postal 17-01-340




INFORME DE ENSAYO No: 16-0225

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Adrián Aguilar DIRECCION: Cantón Deleg, Sector Surampalti Alto FECHA DE EMISION: 29/09/2016 FECHA DE ANALISIS: Del 23 al 29 de septiembre de 2016	INSTITUCION: Hcda. Juticaray ATENCION: Sr. Adrián Aguilar FECHA DE RECEPCION: 22/09/2016 HORA DE RECEPCION: 15h37 ANALISIS SOLICITADO: Proximal	
---	--	--


ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^U	E.E. ^U	PROTEINA ^U	FIBRA ^U	E.L.N. ^U	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
16-1118	82,32	11,65	2,71	16,35	33,34	35,95	Mezcla forrajera

Los ensayos marcados con ^U se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME





Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.
 NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

MC-LSAIA-2201-04

	INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS <small>Panamericana Sur Km. 1, Cutugueal/Tiña 2690691-3007134, Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</small>		

INFORME DE ENSAYO No: 16-0228

NOMBRE PETICIONARIO:	Sr. Adrian Aguilar	INSTITUCION:	Hoda, Juticaray
DIRECCION:	Cantón Deleg. Sector Surampalti Alto	ATENCION:	Sr. Adrián Aguilar
FECHA DE EMISION:	17 de octubre de 2016	FECHA DE RECEPCION:	28/09/2016
FECHA DE ANALISIS:	Del 29 de septiembre al 14 de octubre de 2016	HORA DE RECEPCION:	15H37
		ANALISIS SOLICITADO	Proximal

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^u	E.E. ^u	PROTEÍNA ^u	FIBRA ^u	E.L.N. ^u	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
16-1122	70,96	3,97	1,40	4,50	8,45	81,69	Guineo verde

Los ensayos marcados con **Q** se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME


Dr. Nelson Adrián Aguilar Campoverde, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Página 1 de 1

Anexo 3. Certificado del laboratorio donde se realizó los análisis de cytobrush

Laboratorio de Análisis Clínico "EL ÁNGEL"
Cecilia Ayala
Química Farmaceuta
 Cuenca, 29 de febrero de 2016

Q. F. CECILIA BEATRIZ AYALA, representante legal del Laboratorio Clínico "El Ángel" de la ciudad de Cuenca.

CERTIFICO

Que el Sr. Dr. NELSON ADRIÁN AGUILAR CAMPOVERDE con C.I. 010453367-1 realizó los exámenes requeridos en su tesis en muestras de secreción uterina (cytobrush), de bovinos en el Laboratorio Clínico "El Ángel", para lo cual se utilizó la técnica de tinción de Wright.

La interesada puede hacer uso del presente, y es todo lo que puedo decir en honor a la verdad.

Atentamente,


CECILIA BEATRIZ AYALA G.
 QUÍMICA FARMACEUTA
 DIRECTORA DE LABORATORIO

ANA ASTUDILLO N.
 QUÍMICA FARMACEUTA
 RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Análisis Clínico El Ángel
 Cecilia Ayala G.
 r: Av. Ordóñez Lazo y Cerezo • Tel.: 4 089 522 • Cel.: 0999985369

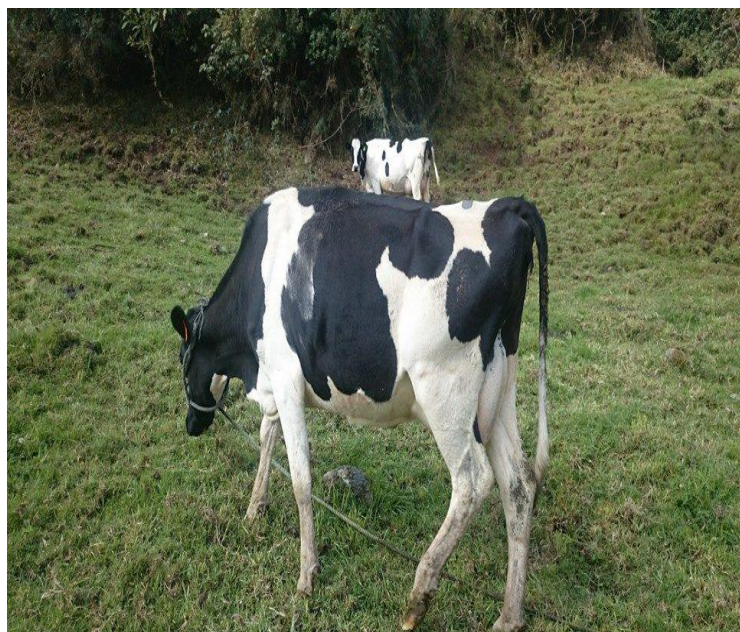
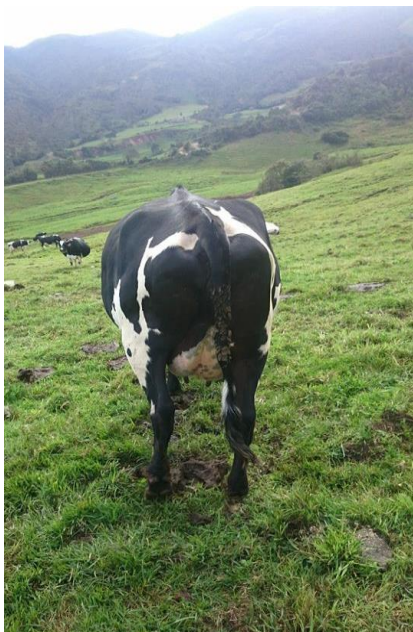
Anexo 4. Fotografías.



Animales en estudio



Pesaje de los animales



Evaluación de la condición corporal



Grasa bypass



Vaca una hora postparto



Observación de celo



Folículo preovulatorio



Cuerpo Lúteo



Cuernos uterinos día 21 post-parto



Ecografiando



Muestra de sangre para análisis de P4

Materiales para realizar Cytobrush



Frotis para realizar Cytobrush



Control producción de leche



Toma de muestra para el análisis bromatológico de pastos.